

ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННОЕ УСИЛЕНИЕ СМАЧИВАЕМОСТИ И ОКИСЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛИ

А. Н. Чумаков, И. С. Никончук

Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси, Минск

E-mail: chumakov@dragon.bas-net.by

Лазерно-индуцированное окисление с одновременным структурированием поверхности материала играет важную роль в улучшении его механических, физических и химических свойств и может применяться для усиления смачиваемости поверхности, улучшения её биологической совместимости и т. д. [1–5]. Важной задачей является установление особенностей этого процесса. В работе исследовано влияние окружающей среды (воздуха, перекиси водорода, воды, этанола) на смачиваемость и окисление поверхности лазерно-облученных стальных мишеней.

Модификация образцов из Стали 45 осуществлялась импульсным лазерным излучением ($\lambda = 1064$ нм, $q = 3,2 \cdot 10^9 \div 4,4 \cdot 10^9$ Вт/см², $\tau = 1$ нс, $f = 100$ Гц). Образцы перемещались по программно-заданной траектории со скоростью 0,25 мм/с. Траектория сканирования представляла собой набор плотно прилегающих друг к другу параллельных полос. Лазерное облучение осуществлялось в воздухе атмосферного давления, 3% перекиси водорода, дистиллированной воде, этаноле.

В результате лазерной модификации предварительно отполированных стальных образцов в перекиси водорода и в атмосферном воздухе существенно возросла их смачиваемость (рис. 1).

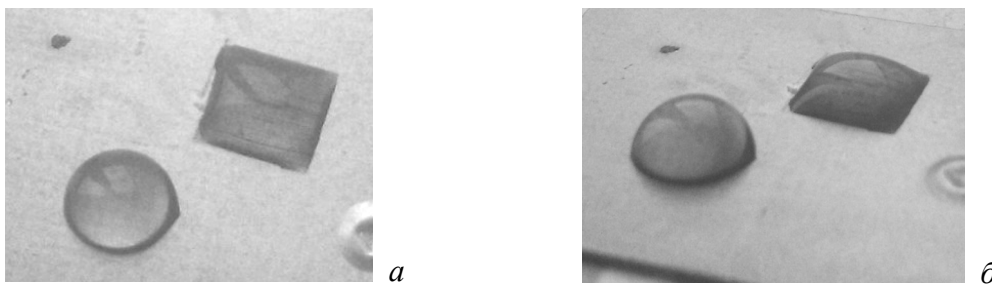


Рис. 1. Усиление смачиваемости стальной поверхности

а – вид сверху, *б* – вид сбоку: круглая капля воды – на необлученной поверхности, на облученной – квадратная капля, повторяющая контур лазерно-облученной области

Анализ элементного состава модифицированных областей Стали 45 с помощью энерго-дисперсионной рентгеновской спектроскопии выявил в них пятикратное увеличение содержания кислорода, а сканирующая электронная микроскопия показала наличие наноразмерных зернистых структур на поверхности, модифицированной в перекиси водорода и в

воздухе [6]. Анализ спектров комбинационного рассеяния света (КРС) облученных образцов выявил усиление образования окислов железа (рис. 2).

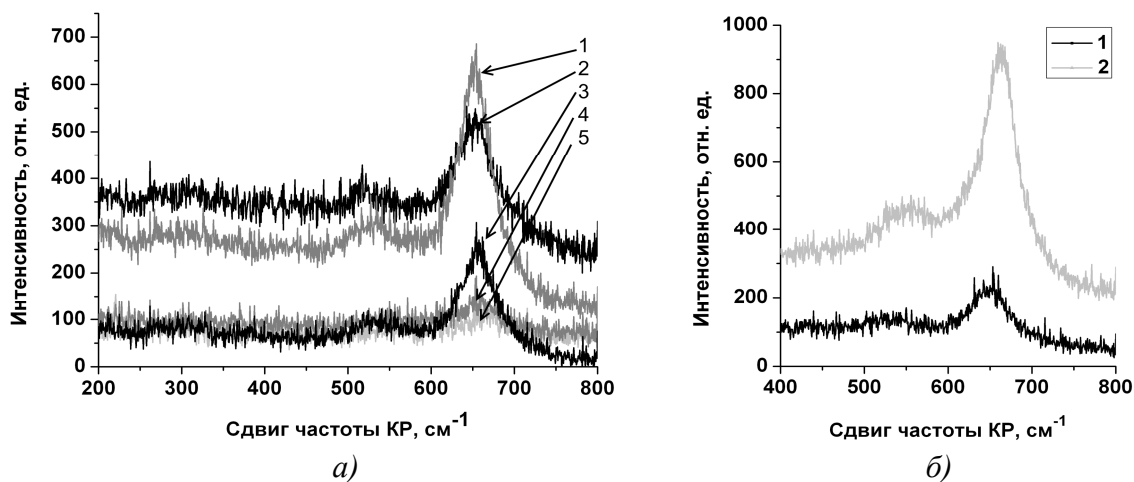


Рис. 2. Спектры КР облученных в различных средах стальных образцов
 а) 1 – образец облучен в 3% перекиси водорода; 2 – в дистиллированной воде; 3 – в воздухе;
 4 – в этаноле; 5 – исходный образец;
 б) облученный в воздухе образец: 1 – плотность мощности $3,2 \cdot 10^9$ Вт/см², 2 – плотность мощности $4,4 \cdot 10^9$ Вт/см²

Максимумы в области $301,6 \text{ см}^{-1}$, $533,6 \text{ см}^{-1}$ и $662,7 \text{ см}^{-1}$ характерны для Fe_3O_4 [7]. Об образовании оксида железа $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ могут свидетельствовать незначительные максимумы в области $299,3 \text{ см}^{-1}$ и $611,9 \text{ см}^{-1}$ [7]. Интенсивность пиков, характерных для оксидов, наиболее существенна при лазерном облучении образца в перекиси водорода и воздухе. Кроме среды облучения на интенсивность пиков также влияет плотность мощности лазерного излучения (рис. 2, б).

Таким образом, лазерно-индуцированное микро- и наноструктурирование стальной поверхности в среде атмосферного воздуха и перекиси водорода стимулирует усиление ее смачиваемости и окисления.

Авторы благодарят А.С. Мацукович за помощь в регистрации спектров КРС.

1. Liu Y., Hu J., Zhao L., Guo Z. et al. // Opt. & Las. Techn. 2010. No 42, P. 647–652.
2. Chumakov A. N., Nikonchuk I. S., Gakovic B. et al. // Physica Scripta. 2014. V. 162, 014016.
3. Petrović S., Peruško D., Kovač J., et al. // Materials Chemistry and Physics. 2014. No 143. P. 530–535.
4. Ortiz-Morales M., Frausto-Reyes C., Soto-Bernal J. J. et al. // Spectrochim. Acta Part A: Molec. and Biomolec. Spectroscopy. 2014. No 128. P. 681–685.
5. Cui C.Y., Cui X.G., Ren X.D. et al. // Applied Surface Science. 2014. No 305. P. 817–824.
6. Chumakov A.N., Nikonchuk I. S., Gakovic B. et al. // Plasma physics and plasma technology: contributed papers of VIII International conference. Minsk: Kovcheg, 2015. Vol.1. P. 282–285.
7. de Faria D. L. A., Venâncio Silva S. and de Oliveira M. T. // Journal of Raman Spectroscopy. 1997. No 28, P. 873–878.